

DERWENT-ACC-NO: 2004-093039

DERWENT-WEEK: 200420

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Purifying filter to trap particulates present
in exhaust gases from internal combustion engine, has
alveolar structure

INVENTOR: ISHIHARA, M; NISHIMURA, M

PATENT-ASSIGNEE: DENSO CORP[NPDE] , NIPPONDENSO CO LTD[NPDE]

PRIORITY-DATA: 2003JP-0109391 (April 14, 2003) , 2002JP-0183328 (June 24, 2002)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	MAIN-IPC	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 2004082098 A		March 18, 2004	N/A
015	B01D 039/00		
FR 2841151 A1		December 26, 2003	N/A
032	B01D 046/24		
DE 10328118 A1		February 5, 2004	N/A
000	F01N 003/021		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP2004082098A	N/A	2003JP-0109391
April 14, 2003		
FR 2841151A1	N/A	2003FR-0007545
June 23, 2003		
DE 10328118A1	N/A	2003DE-1028118
June 23, 2003		

INT-CL (IPC): B01D039/00, B01D039/14 , B01D046/00 , B01D046/24 ,
B01D053/94 , B01J032/00 , B01J035/04 , B28B011/08 , C04B033/28 ,
F01N003/02 , F01N003/021

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2841151A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The filter has an alveolar structure (100) with honeycomb

dividers

(11) separating many triangular cross section alveoli (12). Each alveolus has a large hexagonal opening at one end of the structure and a closed part at the other end as the dividers are turned in. The large openings and the closed parts are mixed on the two ends of the structure so they are adjacent to one another

DETAILED DESCRIPTION - Some of the alveoli have a means of closing at the closed end.

An INDEPENDENT CLAIM is included for the production of the above purifying filter, where a molded alveolar element is made with honeycomb dividers and many alveoli with triangular sections separated by dividers which pierce the end faces by extrusion of an alveolar element in ceramic material containing an organic link. The element is then dried and cut to a preset length. The dividers are deformed at the level of the openings to make large hexagonal openings and to fold the other end inwards to close the adjacent alveoli. The molded alveoli are then calcinated. A pointed template with a pointed distal end is inserted into the alveolus opening so the dividers are heated to the point of remelting, due to which the dividers deform under pressure from the pointed template. The pointed distal end of the template is in the form of a hexagonal pyramid.

USE - Used for filtering out particulates from a vehicle exhaust.

ADVANTAGE - The filter has ease of manufacture and reduced blockages.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a perspective view of a molded alveolar element.

Divider 11

Alveolus 12

Opening 13

Alveolar structure 100

End of structure 191

Other end of structure 192

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/16

TITLE-TERMS: PURIFICATION FILTER TRAP PARTICLE PRESENT EXHAUST GAS
INTERNAL

COMBUST ENGINE ALVEOLAR STRUCTURE

DERWENT-CLASS: H06 J01 P64 Q51

CPI-CODES: H06-C04; J01-G03B;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2004-037977

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 841 151

⑫ N° d'enregistrement national : **03 07545**

⑬ Int Cl⁷ : B 01 D 46/24, B 01 D 53/94, C 04 B 33/28

⑭

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 23.06.03.

⑯ Priorité : 24.06.02 JP 02183328; 14.04.03 JP 03109391.

⑰ Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.12.03 Bulletin 03/52.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑲ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑴ Demandeur(s) : *DENSO CORPORATION — JP.*

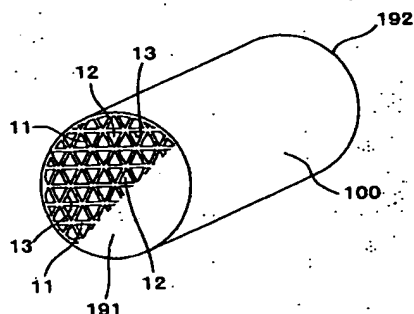
⑵ Inventeur(s) : *ISHIHARA MIKIO et NISHIMURA MAMORU.*

⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire(s) : *CABINET PLASSERAUD.*

⑸ **FILTRE EPURATEUR DE GAZ D'ECHAPPEMENT ET PROCEDE DE FABRICATION DE CLUI-CI.**

⑹ Procédé de fabrication d'un filtre épurateur de gaz d'échappement pour piéger des particules afin d'épurer des gaz d'échappement. Une matière céramique contenant un liant organique est moulée par extrusion sous la forme d'un élément alvéolaire, et l'élément alvéolaire ainsi moulé est ensuite séché et coupé à une longueur prédéterminée de façon à obtenir un élément alvéolaire moulé (100) qui comporte des cloisons (11) et plusieurs alvéoles (12) à section transversale sensiblement triangulaire. De grandes ouvertures sensiblement hexagonales vues de l'avant sont réalisées par déformation des cloisons (11) au niveau d'ouvertures (13) des alvéoles (12) de l'élément alvéolaire moulé (100), et des parties fermées sont réalisées au voisinage immédiat des grandes ouvertures ainsi réalisées. Ensuite, l'élément alvéolaire moulé (100) est calciné.



FR 2 841 151 - A1



FILTRE EPURATEUR DE GAZ D'ECHAPPEMENT ET PROCEDE DE FABRICATION DE CELUI-CI

La présente invention est relative à un filtre épurateur de gaz
5 d'échappement, pour piéger des particules présentes dans des gaz d'échappement
refoulés par un moteur à combustion interne, pour l'épuration des gaz d'échappement
ainsi refoulés, ainsi qu'un procédé de fabrication de celui-ci.

Il existe dans la technique antérieure des filtres épurateurs de gaz
10 d'échappement servant à piéger des particules présentes dans des gaz d'échappement
refoulés par des moteurs à combustion interne tels que des moteurs diesel. Dans de
tels filtres, comme représenté sur les figures 14 et 15, des matières d'obturation 94
sont installées à une extrémité d'alvéoles 92 d'une structure alvéolaire 90.

Lors de l'épuration de gaz d'échappement 4 à l'aide du filtre épurateur 9 de
15 gaz d'échappement, comme représenté sur les figures 14 et 15, des gaz
d'échappement 4 s'introduisent dans celui-ci depuis des ouvertures 93 des alvéoles 92
dans une première face d'extrémité 991 du filtre épurateur 9 de gaz d'échappement.
Les gaz d'échappement 4 ainsi introduits dans les alvéoles 92 traversent des cloisons
91 pour pénétrer dans les alvéoles adjacents 92. Durant ce processus, des particules
20 présentes dans les gaz d'échappement 4 sont piégées dans les cloisons 91, grâce à
quoi les gaz d'échappement 4 sont épurés. De plus, par exemple, les particules ainsi
piégées peuvent être décomposées pour être éliminées, par exemple en faisant passer
un catalyseur sur les cloisons 91.

Ensuite, les gaz d'échappement ainsi épurés sont refoulés depuis des
25 ouvertures 93 des alvéoles 92 sur l'autre face d'extrémité 992 du filtre épurateur 9 de
gaz d'échappement.

Ainsi, les gaz d'échappement 4 peuvent être épurés par le filtre épurateur 9
de gaz d'échappement.

Cependant, le filtre épurateur 9 de gaz d'échappement 4 selon la technique
30 antérieure présente les inconvénients ci-après.

En l'occurrence, les matières d'obturation 94 sont mises en place dans les
ouvertures 93 des alvéoles 92, à une extrémité de ceux-ci. Normalement, les matières
d'obturation 94 ne jouent donc aucun rôle dans le piégeage des particules. Par
conséquent, des parties du filtre où sont installées les matières d'obturation 94, à
35 savoir la première des extrémités d'un alvéole 92, ne peuvent pas servir de filtre, ce

qui risque donc d'avoir comme inconvénient que le rendement d'épuration des gaz d'échappement devienne insuffisant. De plus, un inconvénient peut également résulter du fait que des particules se rassemblent et s'accumulent au voisinage des faces d'extrémités 991, 992 en fermant de ce fait les ouvertures 93 des alvéoles 92.

5 Pour supprimer les inconvénients, comme représenté sur la Fig. 16, il a été proposé un filtre 8 dans lequel des cloisons 81 sont déformées pour fermer une première extrémité des alvéoles 82 (JP-T-8-508199 ; le terme "JP-T" utilisé ici désigne une traduction publiée en japonais d'une demande de brevet PCT rédigée dans une autre langue).

10 Dans ce filtre 8, une première extrémité de chacun des alvéoles 82 est fermée par les cloisons 81 qui servent à piéger des particules. Les gaz d'échappement 4 peuvent aussi bien passer par la première extrémité des alvéoles, de façon que les gaz d'échappement 4 puissent être épurés. Ainsi, le rendement d'épuration des gaz d'échappement 4 peut être amélioré.

15 Cependant, comme la déformation des cloisons 81 est réalisée sur une structure alvéolaire moulée qui a été moulée par extrusion puis séchée, il faut appliquer aux parties d'extrémités des cloisons 81 une grande force de compression. Par conséquent, il est difficile de déformer régulièrement les cloisons 81 pour leur donner une forme voulue.

20 En outre, il a été décrit un procédé dans lequel les parties d'extrémités des cloisons 81 sont imbibées d'un liquide d'imprégnation de façon à rendre déformables les parties d'extrémités, puis les cloisons 81 sont comprimées pour être déformées. Cependant, dans ce cas, il faut une opération supplémentaire d'imprégnation, et l'imprégnation nécessite un certain temps, ce qui a donc comme inconvénient un
25 moins bon rendement de fabrication.

La présente invention a été élaborée compte tenu des inconvénients ci-dessus, et elle vise à réaliser un filtre épurateur de gaz d'échappement à excellent rendement d'épuration, qui puisse permettre une entrée et une sortie régulières de gaz d'échappement et qui soit simple à fabriquer et très résistant, ainsi qu'un procédé de fabrication de celui-ci.

30 Selon un premier aspect de la présente invention, il est proposé un filtre épurateur de gaz d'échappement, servant à piéger des particules présentes dans des gaz d'échappement refoulés depuis un moteur à combustion interne pour être épurés, le filtre épurateur de gaz d'échappement comprenant :
35

une structure alvéolaire comportant des cloisons disposées en nid d'abeilles et une pluralité d'alvéoles ayant chacun une section transversale sensiblement triangulaire et isolé chacun à l'aide des cloisons,

5 chacun des alvéoles ayant à une première extrémité de la structure alvéolaire une grande ouverture sensiblement hexagonale, vue de l'avant, résultant d'un déploiement des cloisons et, à l'autre extrémité de celle-ci, une partie fermée qui résulte d'un étirage des cloisons vers l'intérieur, et

les grandes ouvertures et les parties fermées étant présentes de façon mélangée sur les deux faces d'extrémités de la structure alvéolaire de façon à être
10 situées de manière mutuellement adjacente.

Les grandes ouvertures et les parties fermées peuvent être formées par déformation des cloisons au niveau des ouvertures des alvéoles, par flexion et extension partielles des cloisons.

Comme décrit plus haut, les alvéoles de la structure alvéolaire ont chacun
15 une section transversale sensiblement triangulaire, et les grandes ouvertures et les parties fermées sont toutes formées par déformation des ouvertures de la section sensiblement triangulaire pour leur donner la forme sensiblement hexagonale vue de l'avant.

Grâce à cela, il est possible d'adopter un petit angle de flexion et une
20 extension modérée pour déformer les cloisons. Autrement dit, même si l'angle de flexion et l'ampleur du déploiement des cloisons ont des valeurs faibles, les grandes ouvertures et les parties fermées peuvent être formées.

Par conséquent, l'apparition de fissures dans les cloisons peut être évitée, et on peut ainsi obtenir un filtre épurateur de gaz d'échappement d'une grande résistance
25 mécanique.

On notera que la relation entre la forme en coupe transversale des alvéoles et l'angle de flexion et l'ampleur du déploiement seront décrits en détail à propos d'une première forme de réalisation.

De plus, le filtre épurateur de gaz d'échappement comporte des parties
30 fermées à une première extrémité des alvéoles. Par conséquent, les gaz d'échappement introduits dans les alvéoles traversent les cloisons pour pénétrer dans les alvéoles adjacents, puis sont refoulés depuis les grandes ouvertures à l'autre extrémité des alvéoles, grâce à quoi les particules présentes dans les gaz d'échappement sont piégées dans les cloisons.

De plus, les parties fermées sont formées par déformation des cloisons servant à piéger les particules. De ce fait, les gaz d'échappement peuvent également traverser les cloisons au niveau des parties d'extrémités, c'est-à-dire dans le pourtour des parties fermées des alvéoles, grâce à quoi une épuration suffisante des gaz d'échappement peut être réalisée. Ainsi, le rendement d'épuration des gaz d'échappement peut être amélioré.

En outre, le filtre épurateur de gaz d'échappement est construit de façon à comporter les grandes ouvertures à une première extrémité des alvéoles. De la sorte, même si des particules s'accumulent sur les faces d'extrémités du filtre épurateur de gaz d'échappement, une section d'ouverture suffisante des alvéoles peut être assurée, grâce à quoi une entrée et une sortie régulières des gaz d'échappement peuvent être réalisées.

Comme décrit plus haut, selon cet aspect de l'invention, il est possible de réaliser un filtre épurateur de gaz d'échappement présentant un excellent rendement d'épuration, pouvant permettre une entrée et une sortie régulières des gaz d'échappement et possédant une très grande résistance mécanique.

Selon un autre aspect de la présente invention, il est proposé un filtre épurateur de gaz d'échappement, pour piéger des particules présentes dans des gaz d'échappement refoulés depuis un moteur à combustion interne pour être épurés, le filtre épurateur de gaz d'échappement comprenant :

une structure alvéolaire comportant des cloisons réalisées à la manière d'un nid d'abeilles et un ensemble d'alvéoles qui ont chacun une section transversale sensiblement triangulaire et qui sont divisés chacun à l'aide des cloisons,

certaines alvéoles de l'ensemble d'alvéoles ayant, à une première extrémité de la structure alvéolaire où sont introduits les gaz d'échappement, de grandes ouvertures sensiblement hexagonales, vues de l'avant, qui résultent d'un déploiement des cloisons et, à l'autre extrémité de celle-ci, des matières d'obturation qui ferment les alvéoles,

les autres alvéoles ayant, à la première extrémité où sont introduits des gaz d'échappement, des parties fermées qui résultent d'un étirage des cloisons vers l'intérieur, et

les alvéoles comportant les grandes ouvertures et les alvéoles comportant les parties fermées étant présents de façon mélangée dans la structure alvéolaire de manière à être placés de façon mutuellement adjacents.

Comme dans le cas de l'aspect de l'invention décrit précédemment, également dans le filtre épurateur de gaz d'échappement selon cet aspect de l'invention, les alvéoles de la structure alvéolaire ont chacun une section transversale sensiblement triangulaire et les grandes ouvertures et les parties fermées sont formées par déformation des ouvertures à section transversale sensiblement triangulaire pour leur donner la forme sensiblement hexagonale vue de l'avant.

Par conséquent, l'apparition de fissures dans les cloisons peut être évitée et on peut ainsi obtenir un filtre épurateur de gaz d'échappement à grande résistance mécanique.

De plus, le filtre épurateur de gaz d'échappement est construit de façon à comporter les grandes ouvertures à une première extrémité des alvéoles. De ce fait, même si des particules s'accumulent sur les faces d'extrémités du filtre épurateur de gaz d'échappement, une section d'ouverture suffisante des alvéoles peut être assurée, grâce à quoi une entrée et une sortie régulières des gaz d'échappement peuvent être réalisées.

En outre, la fermeture de l'extrémité des alvéoles opposée à l'extrémité de ceux-ci où sont introduits les gaz d'échappement est réalisée en installant les matières d'obturation. De ce fait, lors de la fabrication du filtre épurateur de gaz d'échappement, la déformation des cloisons ne doit se produire qu'à la partie d'extrémité où sont introduits les gaz d'échappement. Ainsi, on peut obtenir un filtre épurateur de gaz d'échappement facile à fabriquer et assurant un excellent rendement de fabrication.

Comme décrit ci-dessus, selon cet aspect de l'invention, il est possible de réaliser un filtre épurateur de gaz d'échappement à excellent rendement d'épuration, pouvant permettre une entrée et une sortie régulières des gaz d'échappement et possédant une grande résistance mécanique.

Selon encore un autre aspect de la présente invention, il est proposé un procédé de fabrication d'un filtre épurateur de gaz d'échappement pour piéger des particules dans des gaz d'échappement refoulés depuis un moteur à combustion interne pour être épurés, ce procédé comprenant les étapes consistant à :

réaliser une pièce moulée à structure alvéolaire comportant des cloisons d'un type en nid d'abeilles et un ensemble d'alvéoles à section transversale sensiblement triangulaire qui sont divisés chacun par les cloisons et qui sont amenés chacun à pénétrer à travers les deux faces d'extrémités en moulant par extrusion un élément alvéolaire en matière céramique contenant un liant organique, en séchant l'élément

alvéolaire ainsi moulé et en coupant à une longueur prédéterminée l'élément alvéolaire ainsi séché ;

5 déformer les cloisons au niveau d'ouvertures des alvéoles de l'élément alvéolaire moulé afin non seulement de déployer les ouvertures des alvéoles pour ainsi créer de grandes ouvertures sensiblement hexagonales, vues de l'avant, mais encore pour étirer vers l'intérieur les cloisons des alvéoles adjacentes aux alvéoles dont les cloisons sont déployées pour ainsi réaliser des parties fermées ; et calciner ensuite l'élément alvéolaire moulé.

10 On va maintenant décrire la fonction et les avantages de cet aspect de l'invention.

Lors de la déformation des cloisons au niveau des ouvertures des alvéoles, les cloisons sont partiellement pliées et déployées.

15 Dans ce procédé de fabrication, les grandes ouvertures et les parties fermées peuvent être formées par déformation des ouvertures de l'élément alvéolaire moulé qui ont chacune la section transversale sensiblement triangulaire pour leur donner la forme sensiblement hexagonale, vue de l'avant.

20 De ce fait, l'angle de flexion et l'ampleur du déploiement qui doivent être adoptés lors de la déformation des cloisons peuvent avoir des valeurs faibles. Autrement dit, même si l'angle de flexion et l'ampleur de déploiement des cloisons sont faibles, les grandes ouvertures et les parties fermées peuvent être formées.

Ainsi, l'apparition de fissures dans les cloisons peut être évitée, et il est donc possible d'obtenir un filtre épurateur de gaz d'échappement présentant une grande résistance mécanique.

25 On notera que la relation entre la forme en coupe transversale des alvéoles et l'angle de flexion et l'ampleur du déploiement seront décrits à propos de la première forme de réalisation.

30 De plus, dans le filtre épurateur de gaz d'échappement réalisé par le procédé de fabrication, les alvéoles sont fermés à une première extrémité de ceux-ci par les parties fermées. Ainsi, les gaz d'échappement introduits dans les alvéoles depuis une extrémité de ceux-ci traversent les cloisons pour pénétrer dans les alvéoles adjacents et sont ensuite refoulés depuis les grandes ouvertures situées à l'autre extrémité de ceux-ci, grâce à quoi les particules présentes dans les gaz d'échappement sont piégées dans les cloisons.

35 En outre, les parties fermées sont formées par déformation des cloisons servant à piéger les particules. De ce fait, les gaz d'échappement peuvent également

traverser les cloisons au niveau des parties d'extrémités, c'est-à-dire dans le pourtour des parties fermées des alvéoles, grâce à quoi une épuration suffisante des gaz d'échappement est réalisée. Ainsi, il est possible d'accroître le rendement d'épuration des gaz d'échappement.

5 Par ailleurs, dans le filtre épurateur de gaz d'échappement réalisé à l'aide du procédé de fabrication, les alvéoles sont pourvus des grandes ouvertures à une première de leurs extrémités. De ce fait, même si des particules s'accumulent sur les faces d'extrémités du filtre épurateur de gaz d'échappement, une section d'ouverture suffisante des alvéoles peut être assurée, ce qui permet de réaliser une entrée et une
10 sortie régulières des gaz d'échappement.

Comme décrit plus haut, selon le présent aspect de l'invention, il peut être proposé un procédé de fabrication du filtre épurateur de gaz d'échappement qui possède un excellent rendement d'épuration, qui peut assurer une entrée et une sortie régulières des gaz d'échappement, qui soit simple à fabriquer et qui ait une grande
15 résistance mécanique.

L'invention et nombre des avantages qui s'y attachent apparaîtront facilement plus clairement en référence à la description détaillée ci-après, faite en considération des dessins annexés, sur lesquels :

20 la Fig. 1 est un dessin explicatif qui explique un procédé de fabrication d'un filtre épurateur de gaz d'échappement selon une première forme de réalisation de l'invention ;

la Fig. 2 est une vue en perspective d'un élément alvéolaire moulé selon la première forme de réalisation ;

25 la Fig. 3A est un dessin explicatif qui explique la section transversale de l'élément moulé alvéolaire, et la Fig. 3B est un dessin explicatif qui explique la section transversale de l'élément moulé alvéolaire après la déformation des cloisons selon la première forme de réalisation ;

30 la Fig. 4 est un dessin explicatif qui explique un procédé pour former de grandes ouvertures en déformant les cloisons selon la première forme de réalisation ;

la Fig. 5 est un dessin explicatif qui explique un procédé de formation de parties fermées en déformant les cloisons selon la première forme de réalisation ;

la Fig. 6 est une vue prise dans une direction indiquée par une flèche C sur la Fig. 3B ;

la Fig. 7 est un dessin explicatif qui explique la section transversale du filtre épurateur de gaz d'échappement selon la première forme de réalisation ;

la Fig. 8 est un dessin explicatif qui explique la section transversale d'un filtre épurateur de gaz d'échappement selon une troisième forme de réalisation de l'invention ;

la Fig. 9 est un dessin explicatif qui explique la section transversale d'un filtre épurateur de gaz d'échappement selon un exemple comparatif ;

la Fig. 10 est un dessin explicatif qui explique un procédé de formation de grandes ouvertures par déformation de cloisons selon l'exemple comparatif ;

la Fig. 11 est un dessin explicatif du filtre épurateur de gaz d'échappement selon l'exemple comparatif, vu d'une face d'extrémité de celui-ci ;

la Fig. 12 est une vue en perspective d'une partie de l'alvéole au voisinage d'une l'ouverture de celui-ci selon l'exemple comparatif ;

la Fig. 13 est une vue explicative d'une partie au voisinage d'une partie fermée du filtre épurateur de gaz d'échappement selon l'exemple comparatif, vu depuis une face d'extrémité de celui-ci ;

la Fig. 14 est une vue en perspective d'un filtre épurateur de gaz d'échappement selon un exemple classique ;

la Fig. 15 est un dessin explicatif qui explique la section transversale du filtre épurateur de gaz d'échappement selon l'exemple classique ; et

la Fig. 16 est un dessin explicatif qui explique la section transversale d'un filtre épurateur de gaz d'échappement selon un autre exemple classique.

(Première forme de réalisation)

Un filtre épurateur de gaz d'échappement et un procédé de fabrication de celui-ci selon une forme de réalisation de l'invention vont être décrits à l'aide des figures 1 à 7. Comme représenté sur la Fig. 7, un procédé de fabrication d'un filtre épurateur de gaz d'échappement selon la forme de réalisation est constitué par un procédé pour fabriquer un filtre épurateur 1 de gaz d'échappement servant à piéger des particules 4 dans des gaz d'échappement rejetés par un moteur à combustion interne tel qu'un moteur diesel.

En l'occurrence, tout d'abord, une matière céramique contenant un liant organique est moulée par extrusion sous la forme d'un élément à structure alvéolaire, l'élément à structure alvéolaire ainsi moulé est ensuite séché, puis l'élément à structure alvéolaire ainsi séché est coupé à une longueur prédéterminée, grâce à quoi

on réalise un élément alvéolaire moulé 100 représenté sur la Fig. 2. Comme représenté sur les figures 2 et 3A, l'élément alvéolaire moulé 100 comporte des cloisons 11 réalisées en nid d'abeilles et plusieurs alvéoles 12, chacun à section transversale sensiblement triangulaire, qui sont séparés par les cloisons 11 et qui sont amenés chacun à pénétrer à travers les deux faces d'extrémités 191, 192.

Ensuite, comme illustré par une flèche F sur la Fig. 1, un gabarit pointu 3 à extrémité distale pointue 31 est introduit dans une ouverture 13 de chaque alvéole 12 de l'élément alvéolaire moulé 100, et les cloisons 11 sont chauffées de façon à se ramollir. Ensuite, les cloisons 11 sont déformées sous l'effet d'une force de pression appliquée par le gabarit pointu 3 (comme indiqué par des flèches G sur la Fig. 1), grâce à quoi l'ouverture 13 de l'alvéole 12 s'agrandit pour créer une grande ouverture sensiblement hexagonale 131 vue de l'avant, tandis qu'une ouverture 13 présente dans l'alvéole adjacente 12 est étirée vers l'intérieur pour créer une partie fermée 132, comme représenté sur les figures 3B et 4 à 6.

Ensuite, l'élément alvéolaire moulé 100 est calciné, ce qui permet d'obtenir le filtre épurateur 1 de gaz d'échappement (Fig. 7).

On va maintenant décrire plus spécifiquement le procédé de fabrication du filtre épurateur 1 de gaz d'échappement.

Tout d'abord, des quantités prédéterminées de matières céramiques telles que du talc, de la silice, du kaolin, de l'alumine et de l'hydroxyde d'aluminium, ainsi que des matières créant des pores, telles que du carbone et une résine, sont préparées et ces matières sont dosées pour réaliser une composition de cordiérite. On ajoute ensuite dans celle-ci un liant organique et de l'eau, puis l'ensemble est mélangé et malaxé de façon à se transformer en une argile.

L'argile ainsi formée est ensuite moulée par extrusion sous la forme d'une structure alvéolaire à l'aide d'une machine de moulage par extrusion sous vide, l'argile alvéolaire est ensuite séchée, et l'argile alvéolaire ainsi séchée est coupée à une longueur prédéterminée.

Les matières céramique précitées contiennent des résines thermoplastiques telles qu'une résine acrylique, du stéarate de méthyle et une résine de chlorure de vinyle.

En outre, par exemple, de la méthylcellulose et de l'hydroxyméthylcellulose peuvent être utilisés comme liant organique.

Le gabarit pointu 3 est ensuite utilisé pour déformer les cloisons 11 au niveau des ouvertures 13 des alvéoles 12 dans les faces d'extrémités 191, 192 de

l'élément alvéolaire moulé 100 (figures 2, 3A) qui a été obtenu comme décrit plus haut. Au fur et à mesure, les cloisons 11 sont chauffées à une température de 100 à 500° C pour être ramollies et les cloisons 11 ainsi ramollies sont ensuite déformées.

Comme représenté sur la Fig. 1, le gabarit pointu 3 à une partie d'extrémité distale 31 se présentant sous une forme sensiblement hexagonale analogue à une pyramide. Ensuite, lors de l'insertion du gabarit pointu 3 dans l'alvéole 12 de la manière décrite plus haut, trois parties d'angles 32 parmi six parties d'angles 32 de la partie d'extrémité distale 31 viennent au contact de parties sensiblement centrales de trois faces de chaque alvéole 12. Pendant ce processus, les trois autres angles 32 sont disposés à des emplacements qui correspondent à des parties d'angles de l'alvéole 12.

En l'occurrence, comme représenté sur la Fig. 4, l'ouverture 13 de l'alvéole triangulaire 12, indiquée par des traits discontinus, se déforme pour prendre une forme sensiblement hexagonale, afin de créer une grande ouverture 131, à mesure que le gabarit pointu 3 avance.

En l'occurrence, les faces respectives de l'alvéole 12 qui constituent une forme sensiblement triangulaire sont pliées à environ 120° sensiblement en leur centre, et les sommets respectifs de l'alvéole 12 s'ouvrent en passant d'environ 60° à environ 120°.

De plus, l'alvéole 12 adjacent à l'alvéole 12 dans lequel le gabarit pointu 3 est introduit via la cloison 11 se ferme, comme représenté sur la Fig. 5, à mesure que les trois alvéoles 12 qui entourent l'alvéole adjacent 12 se déploient et prennent la forme sensiblement hexagonale. En l'occurrence, dans cette alvéole 12, l'ouverture est étirée pour former une partie fermée 132 (figures 3B, 6) à mesure que les cloisons environnantes 11 viennent au contact les unes des autres.

Comme représenté sur la Fig. 6, les grandes ouvertures 131 et les parties fermées 132 sont disposées en alternance dans les faces d'extrémités 191, 192 de l'élément alvéolaire moulé 100.

De plus, la déformation des ouvertures 13 par le gabarit pointu 3 peut être effectuée individuellement pour chaque ouverture 13, ou encore plusieurs gabarits pointus 3 peuvent être introduits en même temps dans plusieurs ouvertures 13 afin de déformer d'un seul coup les différentes ouvertures 13.

Ensuite, l'élément alvéolaire moulé 100 est calciné pour réaliser une structure alvéolaire 10.

Ensuite, un catalyseur tel que du platine est transféré sur les cloisons 11 de la structure alvéolaire 10 pour réaliser un filtre épurateur de gaz d'échappement (Fig. 7).

5 Le filtre épurateur de gaz d'échappement ainsi obtenu est constitué par de la cordiérite. De plus, le filtre épurateur de gaz d'échappement est par exemple réalisé sous une forme circulaire cylindrique ou ovale cylindrique, il a un diamètre de 50 à 300 mm et une longueur de 50 à 250 mm entre les faces d'extrémités 191, 192.

10 Comme représenté sur les figures 6, 7, le filtre épurateur 1 de gaz d'échappement réalisé par le procédé de fabrication qui vient d'être décrit est constitué par la structure alvéolaire 10 comportant les cloisons 11 et les différents alvéoles 12.

15 Chacun des alvéoles 12 a une grande ouverture sensiblement hexagonale 131, vue de l'avant, qui résulte du déploiement des cloisons 11 à une première extrémité de la structure alvéolaire 10, et la partie fermée 12 qui résulte de l'étirement des cloisons 11 vers l'intérieur à l'autre extrémité de celle-ci.

Dans les faces d'extrémités 191, 192 de la structure alvéolaire 10, les grandes ouvertures 131 et les parties fermées 132 sont mêlées de manière à être situées au voisinage immédiat les unes des autres.

20 De plus, le catalyseur (non représenté) est porté par les cloisons 11 de façon à décomposer et éliminer les particules piégées dans les cloisons 11.

25 Comme représenté sur la Fig. 7, dans le filtre épurateur 1 de gaz d'échappement, les gaz d'échappement 4 refoulés par un moteur à combustion interne tel qu'un moteur diesel sont introduits dans les alvéoles 12 depuis les grandes ouvertures 131 de la face d'extrémité 191, qui est l'une des faces d'extrémités. Les alvéoles sont fermées, à l'autre extrémité de ceux-ci, par les parties fermées 132. Les cloisons 11 sont ainsi constituées par des corps poreux ayant chacun un certain nombre de petits trous.

30 De ce fait, comme représenté sur la Fig. 7, les gaz d'échappement 4 introduits dans les alvéoles 12 traversent les cloisons 11. Au fur et à mesure de ce processus, des matières particulaires telles que des particules de carbone sont piégées par les cloisons 11, ce qui permet d'épurer les gaz d'échappement 4. Les particules piégées dans les cloisons 11 sont décomposées et éliminées sous l'action du catalyseur porté par les cloisons 11.

On va maintenant décrire la fonction et l'avantage de la forme de réalisation.

Les matières céramiques constituant les cloisons 11 contiennent le liant organique. De ce fait, les cloisons 11 peuvent être ramollies par chauffage. Les cloisons 11 peuvent donc facilement être déformées en appliquant aux cloisons 11 une force de pression dans un état dans lequel les cloisons 11 sont chauffées pour être ramollies.

Dans ce procédé, comme représenté sur la Fig. 1, la force de pression est communiquée par le gabarit pointu 3 inséré dans l'ouverture 13 de l'alvéole 12 de l'élément alvéolaire moulé 100. Les cloisons 11 se déforment donc sous l'effet d'une force de pression appliquée à celles-ci. De ce fait, les cloisons 11 situées autour de l'alvéole 12 dans lequel est inséré le gabarit pointu 3 se déploient fortement vers l'extérieur le long de la forme pointue de la partie d'extrémité distale 31 du gabarit pointu 3. Ainsi, l'ouverture 13 de l'alvéole 12 dans lequel est inséré le gabarit pointu 3 devient la grande ouverture 131 décrite plus haut, tandis que les cloisons 11 de l'ouverture 13 de l'alvéole adjacent 12 se déforment inévitablement vers l'intérieur pour constituer la partie fermée 132.

Ainsi, lors de la déformation des cloisons 11 au niveau des ouvertures 13 des alvéoles 12, les cloisons 11 sont partiellement pliées et étirées.

Dans ce procédé de fabrication, les grandes ouvertures 131 et les parties fermées 132 peuvent être formées en déformant les ouvertures 113 à section transversale sensiblement triangulaire de l'élément alvéolaire moulé 100 pour leur donner la forme sensiblement hexagonale vue de l'avant.

Pour cette raison, l'angle de flexion et l'ampleur de l'étirage qu'il convient d'adopter pour déformer les cloisons 11 peuvent être faibles. En l'occurrence, même si l'angle de flexion et l'ampleur de l'étirement des cloisons 11 sont faibles, les grandes ouvertures 131 et les parties fermées 132 peuvent être formées.

Plus particulièrement, comme représenté sur la Fig. 4, l'angle de flexion des cloisons 11 est d'environ 120° , ce qui est une valeur modérée. De plus, la longueur de la cloison 11 après sa déformation est égale à environ $2\sqrt{3}/3$ fois (1,15 fois) la longueur de la cloison 11 avant sa déformation, et l'ampleur de son étirement est également faible.

Par conséquent, l'apparition de fissures dans les cloisons peut être évitée, et on peut obtenir un filtre épurateur 1 de gaz d'échappement à grande résistance mécanique.

De plus, comme représenté sur la Fig. 1, le gabarit pointu 3 comporte la partie d'extrémité distale 31 dotée de la forme sensiblement hexagonale analogue à

une pyramide. De ce fait, la grande ouverture sensiblement hexagonale 131, vue de l'avant, peut être formée d'une manière simple et assurée.

En outre, le filtre épurateur 1 de gaz d'échappement réalisé à l'aide du procédé de fabrication comporte, comme représenté sur la Fig. 7, les parties fermées 132 à une première extrémité des alvéoles 12. Par conséquent, les gaz d'échappement 4 introduits dans les alvéoles 12 traversent les cloisons 11 pour pénétrer dans les alvéoles adjacents 12, puis sont refoulés depuis les grandes ouvertures 131 à l'autre extrémité, grâce à quoi les particules présentes dans les gaz d'échappement 4 sont piégées par les cloisons 11.

De plus, les parties fermées 132 sont formées par déformation des cloisons 11 qui servent à piéger des particules. De ce fait, les gaz d'échappement 4 peuvent également traverser les cloisons 11 au niveau des parties d'extrémités ou sur le pourtour des parties fermées 132, grâce à quoi une épuration suffisante des gaz d'échappement 4 est effectuée. Par conséquent, le rendement d'épuration des gaz d'échappement 4 peut être accru.

En outre, le filtre épurateur 1 de gaz d'échappement est construit de façon à comporter les grandes ouvertures 131 à une première extrémité des alvéoles 12. De la sorte, même si des particules s'accumulent sur les faces d'extrémités du filtre épurateur 1 de gaz d'échappement, une section d'ouverture suffisante des alvéoles 12 peut être assurée, ce qui permet donc de réaliser une entrée et une sortie régulières des gaz d'échappement 4.

Comme décrit ci-dessus, selon la présente forme de réalisation, on peut réaliser un filtre épurateur de gaz d'échappement qui ait un excellent rendement d'épuration, qui assure une entrée et une sortie régulières des gaz d'échappement et qui soit facile à fabriquer et possède une grande résistance mécanique.

(Deuxième forme de réalisation)

La présente forme de réalisation constitue un exemple dans lequel la partie d'extrémité distale du gabarit pointu pour déformer les cloisons est réalisée sous une forme sensiblement triangulaire.

Dans ce cas, lors de l'insertion de la partie d'extrémité distale du gabarit pointu dans l'ouverture de l'alvéole de l'élément alvéolaire moulé, trois parties d'angles au niveau de la partie d'extrémité distale viennent buter contre les parties sensiblement centrales des faces respectives des ouvertures sensiblement triangulaires.

Les autres aspects de la présente forme de réalisation sont semblables à ceux de la première forme de réalisation. Dans ce cas également, les grandes ouvertures sensiblement hexagonales vues de l'avant et les parties fermées peuvent également être formées.

5 De plus, une fonction et un avantage identiques à ceux de la première forme de réalisation peuvent également être assurés par cette forme de réalisation.

On notera que bien que les filtres épurateurs 1 de gaz d'échappement selon la première et la deuxième formes de réalisation soient illustrés avec un catalyseur porté par la structure alvéolaire 10, les filtres épurateurs 1 de gaz d'échappement
10 peuvent être construits de façon à ne porter aucun catalyseur.

(Troisième forme de réalisation)

La présente forme de réalisation constitue, comme représenté sur la Fig. 8, un exemple dans lequel certains alvéoles 12 des différents alvéoles 12 ont à une première extrémité (la face d'extrémité 191) de la structure alvéolaire 10, où sont
15 introduits les gaz d'échappement, de grandes ouvertures sensiblement hexagonales 131 vues de l'avant qui résultent d'un déploiement des cloisons 11 et, à l'autre extrémité de celle-ci, des matières d'obturation 14 qui ferment les alvéoles 12.

De plus, les autres alvéoles 12 ont, à la première extrémité (la face d'extrémité 191) où sont introduits les gaz d'échappement, des parties fermées 132
20 qui résultent d'un étirement des cloisons vers l'intérieur.

Dans la structure alvéolaire 10, les alvéoles 12 qui comportent les grandes ouvertures 131 et les alvéoles 12 qui comportent les parties fermées 132 sont mêlés de manière à être situés au voisinage immédiat les uns des autres.

En l'occurrence, dans la face d'extrémité 191, les grandes ouvertures et les
25 parties fermées sont mêlées de manière à être situées au voisinage immédiat les unes des autres. De plus, la formation des grandes ouvertures 131 et des parties fermées 132 est effectuée en déformant les cloisons 11 selon le même procédé que celui de la première forme de réalisation.

Les autres aspects sont semblables à ceux de la première forme de
30 réalisation.

Le filtre épurateur de gaz d'échappement selon la présente forme de réalisation est construit de façon à comporter les grandes ouvertures 131 à une première extrémité des alvéoles 12 où sont introduits les gaz d'échappement. De ce fait, même si des particules s'accumulent sur la face d'extrémité 191 du filtre
35 épurateur 1 de gaz d'échappement, une section d'ouverture suffisante des alvéoles 12

peut être assurée, grâce à quoi une entrée régulière des gaz d'échappement peut être réalisée.

De plus, la fermeture de l'autre extrémité (la face d'extrémité 192) des alvéoles 12 opposée à l'extrémité où sont introduits les gaz d'échappement est effectuée en y installant les matières d'obturation 114. De ce fait, lors de la fabrication du filtre épurateur 1 de gaz d'échappement, la déformation des cloisons 11 ne doit se produire qu'au niveau de la partie d'extrémité où sont introduits les gaz d'échappement. Par conséquent, on peut réaliser le filtre épurateur de gaz d'échappement facile à fabriquer et possédant un excellent rendement d'épuration.

En outre, une fonction et un avantage identiques à ceux de la première forme de réalisation peuvent être assurés par la présente forme de réalisation.

(Exemple comparatif)

Comme représenté sur les figures 9 à 13, dans le présent exemple des ouvertures 713 sont déformées à l'aide d'un gabarit pointu 73 possédant une partie d'extrémité distale 731 dotée d'une forme sensiblement quadrangulaire analogue à une pyramide correspondant à un élément alvéolaire moulé 700 à alvéoles à section transversale sensiblement carrée. Dans ce cas, les parties d'angles 732 de la partie d'extrémité distale 731 du gabarit pointu 73 viennent buter contre des parties sensiblement centrales des faces respectives de l'ouverture carrée 713.

Grâce à cet agencement du gabarit 73, de grandes ouvertures sensiblement carrées 714 vues de l'avant et des parties fermées 715 sont formées, comme représenté sur les figures 10 à 13.

Cependant, dans le cas du présent exemple, comme représenté sur la Fig. 10, les cloisons 711 sont profondément pliées à environ 90°. De ce fait, l'ampleur du déploiement atteint également une forte valeur, d'environ $\sqrt{2}$ fois (1,41 fois) la longueur des cloisons 711 avant que celles-ci ne soient pliées.

Par conséquent, comme représenté sur la Fig. 13, il peut arriver que des fissures apparaissent dans les cloisons 711. En particulier, des fissures 79 ont facilement tendance à apparaître dans les parties pliées 719 des cloisons 711.

Comme représenté sur la Fig. 13, la partie fermée 715 est formée par superposition des parties pliées 719. Cependant, dans le cas où des fissures 79 apparaissent dans les parties pliées 719, il se forme un espace 718, ce qui risque d'aboutir au fait que la formation de la partie fermée 715 ne puisse pas être assurée.

De plus, des fissures 79 dans les cloisons 711 ailleurs que dans la partie pliée 719 risquent également de provoquer un défaut similaire.

En revanche, dans les filtres épurateurs 1 de gaz d'échappement selon les première à troisième formes de réalisation, comme représenté sur la Fig. 4, l'angle de flexion est d'environ 120° , ce qui est modéré. De plus, la longueur des cloisons 11 après leur flexion est d'environ $2\sqrt{3}/3$ fois (1,15 fois) la longueur des cloisons 11 avant leur déformation, et l'ampleur du déploiement est également faible.

De ce fait, la fissuration évoquée plus haut peut être évitée, la résistance mécanique des cloisons 11 peut être assurée. Par conséquent, les parties fermées 132 peuvent être formées d'une manière assurée et la résistance mécanique de la structure alvéolaire 10 peut également être assurée.

Dans la présente invention, on peut par exemple utiliser comme liant organique de la méthylcellulose, de l'hydroxyméthyl et une résine synthétique.

En outre, le moteur à combustion interne est par exemple constitué par un moteur diesel.

En outre, de préférence, le gabarit pointu comportant la partie d'extrémité distale pointue est introduit dans les ouvertures des alvéoles de l'élément alvéolaire moulé de façon que les cloisons soient chauffées pour se ramollir, puis se déforment grâce à la force de pression exercée par le gabarit pointu.

Dans ce cas, les cloisons peuvent facilement se déformer.

En l'occurrence, comme les matières céramique constituant les cloisons contiennent le liant organique, les cloisons peuvent être ramollies par chauffage. Ensuite, en appliquant la force de pression aux cloisons ramollies, les cloisons peuvent facilement se déformer.

Dans le présent procédé, la force de pression est exercée par le gabarit pointu inséré dans l'ouverture de l'alvéole de l'élément alvéolaire moulé. Les cloisons se déforment ensuite grâce à la force de pression ainsi exercée. De ce fait, les cloisons situées autour de l'alvéole dans lequel est inséré le gabarit pointu se déploient fortement vers l'extérieur le long de la forme pointue de la partie d'extrémité distale. Par conséquent, l'ouverture de l'alvéole dans lequel est inséré le gabarit pointu devient la grande ouverture décrite précédemment, tandis que l'ouverture de l'alvéole adjacent à l'alvéole ainsi déformé pour constituer la grande ouverture se déforme inévitablement vers l'intérieur pour constituer la partie fermée.

De plus, la partie d'extrémité distale du gabarit pointu est de préférence dotée d'une forme sensiblement hexagonale analogue à une pyramide.

Dans ce cas, la grande ouverture sensiblement hexagonale vue de l'avant peut être formée d'une façon simple et assurée.

De plus, la partie d'extrémité distale du gabarit pointu peut être dotée d'une forme sensiblement triangulaire analogue à une pyramide. Dans ce cas également, il est possible de former la grande ouverture sensiblement hexagonale vue de l'avant.

REVENDICATIONS

1. Filtre épurateur (1) de gaz d'échappement pour piéger des particules présentes dans des gaz d'échappement (4) refoulés depuis un moteur à combustion interne pour être épurés, le filtre épurateur (1) de gaz d'échappement comprenant :
- 5 une structure alvéolaire (100) ayant des cloisons (11) en nid d'abeilles et plusieurs alvéoles (12) qui ont chacun une section transversale sensiblement triangulaire et qui sont séparés chacun par les cloisons (11), caractérisé en ce que
- chacun des alvéoles (12) comporte, à une première extrémité de la structure
- 10 alvéolaire (100), une grande ouverture sensiblement hexagonale (131) vue de l'avant, qui résulte d'un déploiement des cloisons (11) et, à l'autre extrémité de celle-ci, une partie fermée (132) qui résulte d'un étirement des cloisons (11) vers l'intérieur, et en ce que
- les grandes ouvertures (131) et les parties fermées (132) sont mêlées sur les
- 15 deux faces d'extrémités (191, 192) de la structure alvéolaire (100) de façon à être adjacentes les unes aux autres.
2. Filtre épurateur (1) de gaz d'échappement pour piéger des particules présentes dans des gaz d'échappement (4) refoulés par un moteur à combustion interne pour être épurés, le filtre épurateur (1) de gaz d'échappement comprenant :
- 20 une structure alvéolaire (100) ayant des cloisons (11) en nid d'abeilles et plusieurs alvéoles (12) qui ont chacun une section transversale sensiblement triangulaire et qui sont séparés chacun par les cloisons (11), caractérisé en ce que
- certains alvéoles (12) de la pluralité d'alvéoles (12) possèdent à une première extrémité de la structure alvéolaire (100) où sont introduits les gaz
- 25 d'échappement (4) de grandes ouvertures sensiblement hexagonales (131) vues de l'avant, qui résultent d'un déploiement des cloisons (11) et, à l'autre extrémité de celle-ci, des matières d'obturation (14) qui ferment les alvéoles (12), en ce que
- les autres alvéoles (12) ont à la première extrémité, où sont introduits les gaz d'échappement (4), des parties fermées (132) qui résultent d'un étirement des
- 30 cloisons (11) vers l'intérieur, et en ce que
- les alvéoles (12) comportant les grandes ouvertures (131) et les alvéoles (12) comportant les parties fermées (132) sont mêlés dans la structure alvéolaire (100) de façon à être mutuellement adjacents.
3. Procédé de fabrication d'un filtre épurateur (1) de gaz d'échappement pour
- 35 piéger des particules présentes dans des gaz d'échappement (4) refoulés par un

moteur à combustion interne pour être épurés, le procédé étant caractérisé par les étapes consistant à :

- 5 réaliser un élément alvéolaire moulé (100) ayant des cloisons (11) en nid d'abeilles et plusieurs alvéoles (12) à section transversale sensiblement triangulaire qui sont séparés par les cloisons (11) et qui sont amenés à pénétrer chacun à travers les deux faces d'extrémités (191, 192) par moulage par extrusion d'un élément alvéolaire (100) en matière céramique contenant un liant organique, sécher l'élément alvéolaire (100) ainsi moulé et couper à une longueur prédéterminée l'élément alvéolaire (100) ainsi séché,
- 10 déformer les cloisons (11) au niveau d'ouvertures (13) des alvéoles (12) de l'élément alvéolaire moulé (100) de façon à ne déployer que les ouvertures (13) des alvéoles (12) pour ainsi réaliser de grandes ouvertures sensiblement hexagonales (131) vues de l'avant, mais également pour étirer vers l'intérieur les cloisons (11) des alvéoles (12) adjacents aux alvéoles (12) dont les cloisons (11) sont déployées pour ainsi réaliser des parties fermées (132), et
- 15 calciner ensuite l'élément alvéolaire moulé (100).

4. Procédé de fabrication d'un filtre épurateur (1) de gaz d'échappement selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'un gabarit pointu (3) pourvu d'une partie d'extrémité distale pointue (31) est inséré dans l'ouverture (13) de l'alvéole (12) de l'élément alvéolaire moulé (100) de façon que les cloisons (11) soient chauffées au point de se ramollir, grâce à quoi les cloisons (11) se déforment sous l'effet d'une force de pression exercée par le gabarit pointu (3).

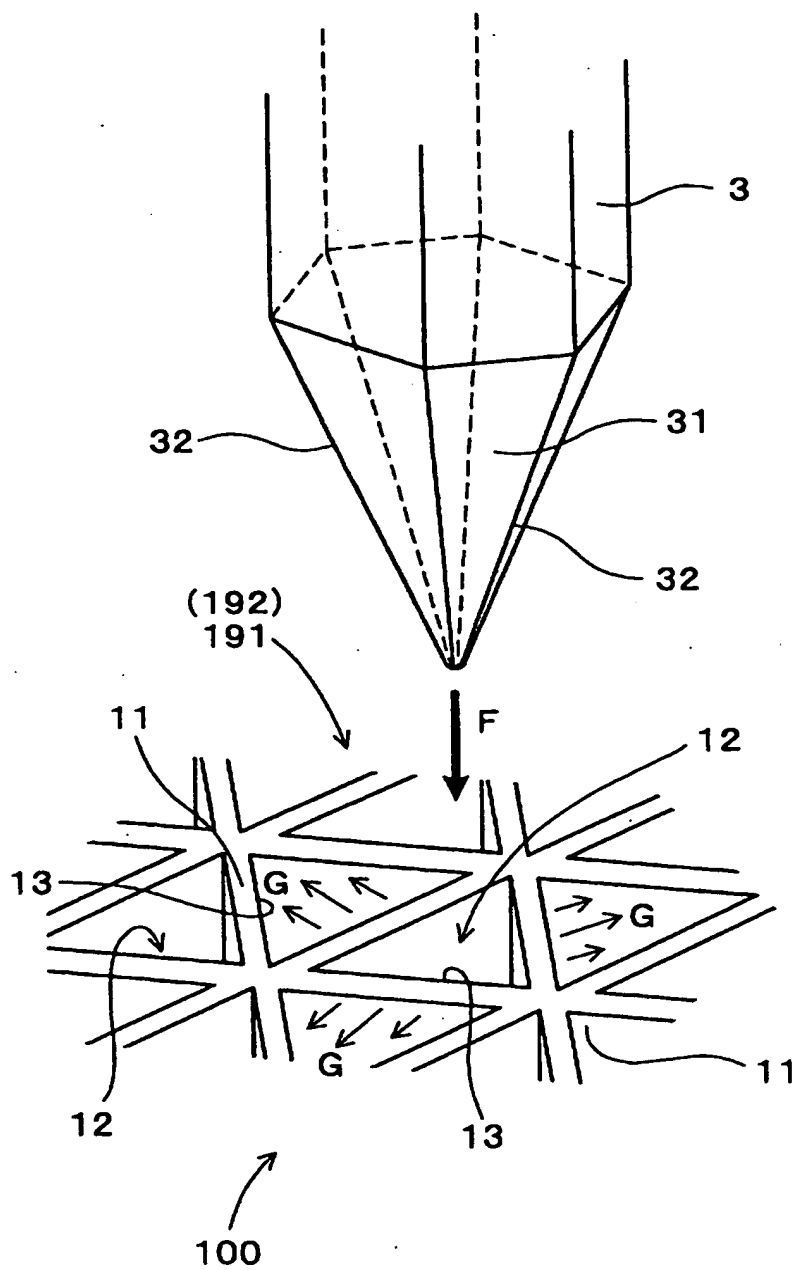
20

5. Procédé de fabrication d'un filtre épurateur (1) de gaz d'échappement selon la revendication 4, caractérisé en ce que le gabarit pointu (3) a une partie d'extrémité distale (31) dotée d'une forme sensiblement hexagonale analogue à une pyramide.

25

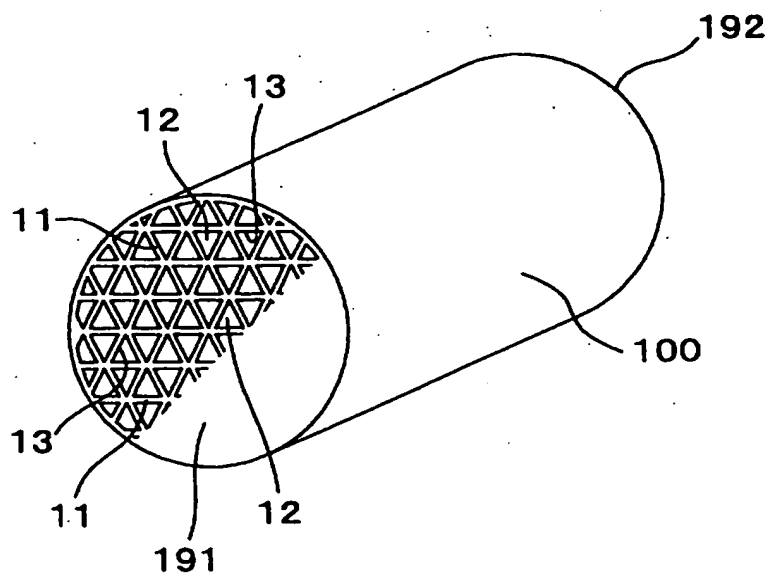
1/13

Fig.1



$\frac{2}{13}$

Fig.2



$\frac{3}{13}$

Fig.3A

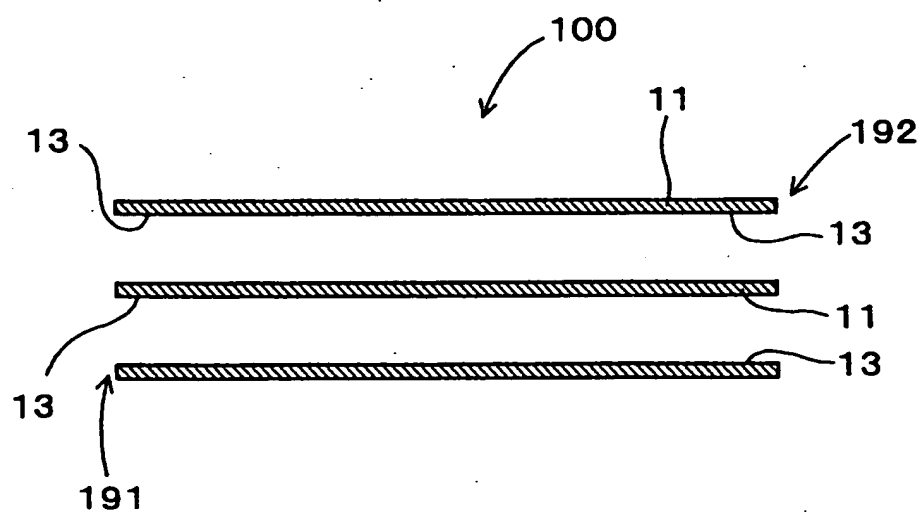
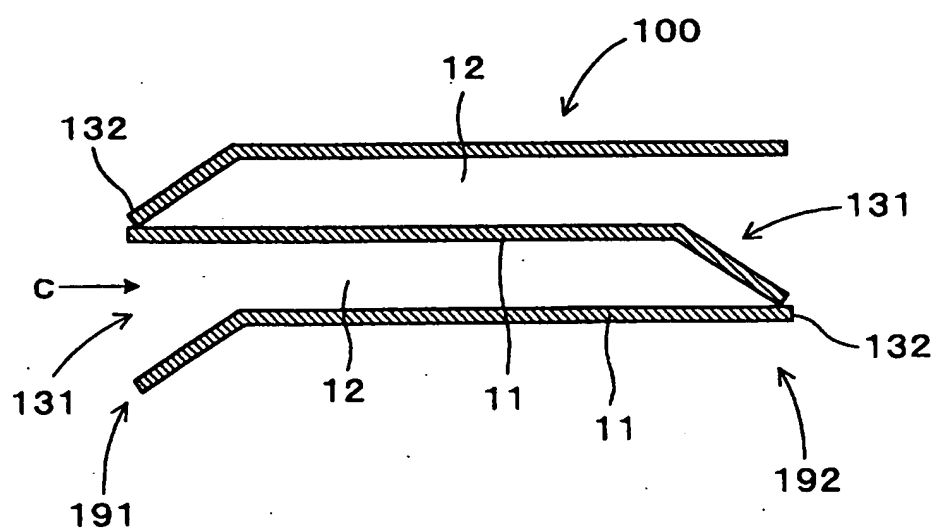


Fig.3B



$\frac{4}{13}$

Fig.4

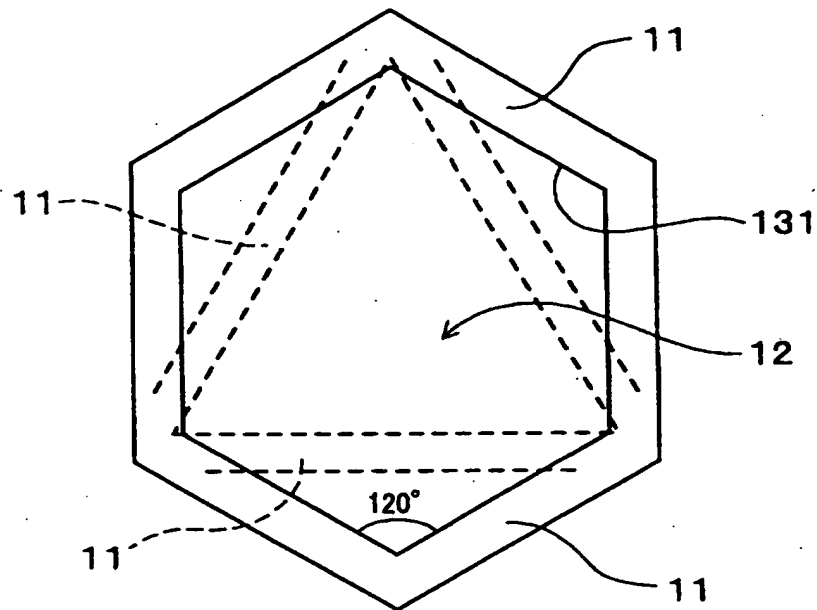
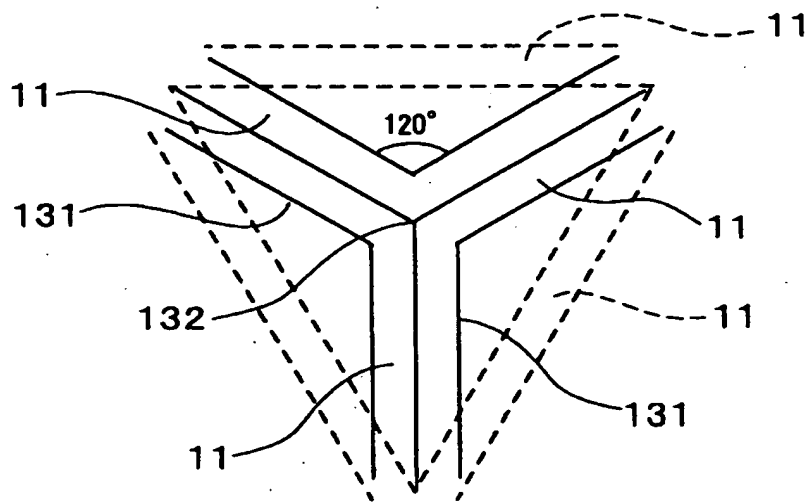


Fig.5



5/13

Fig.6

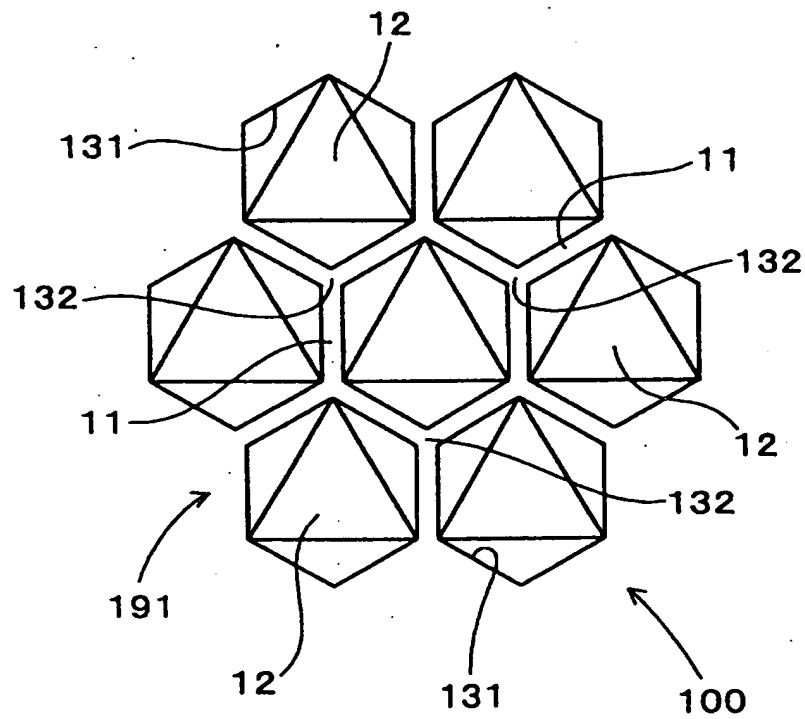
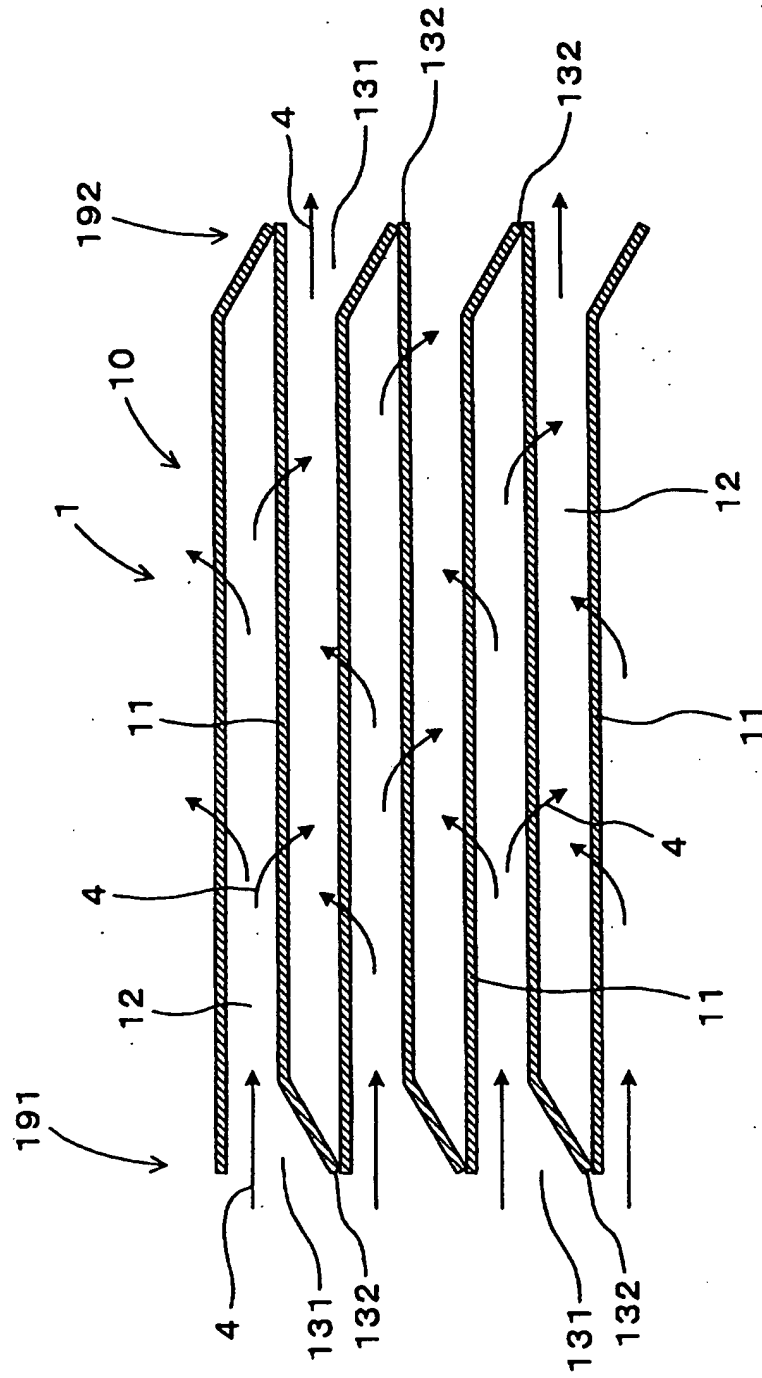
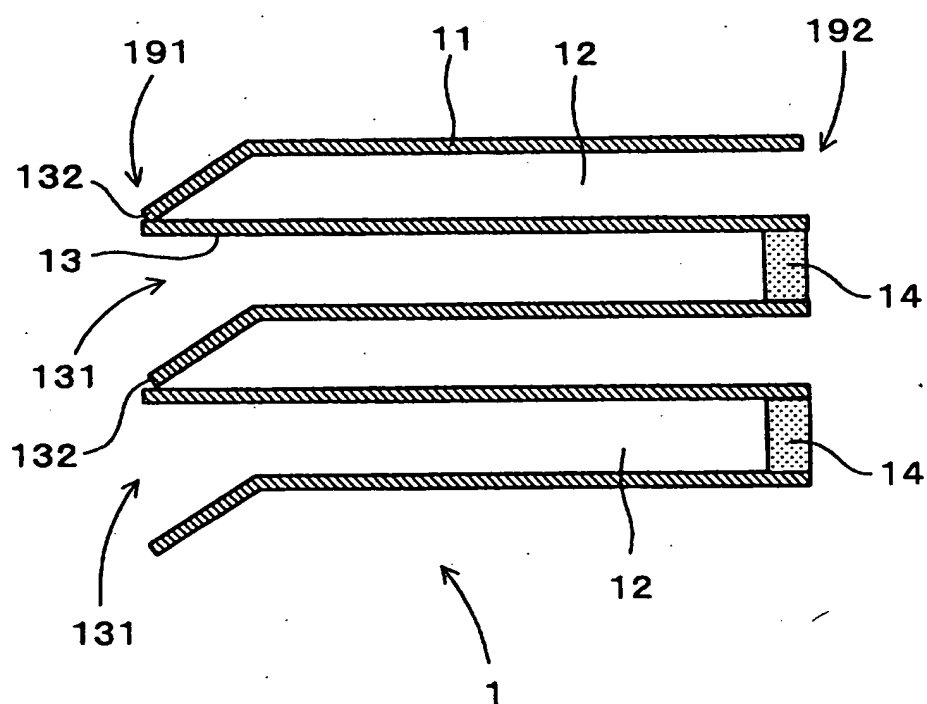


Fig.7



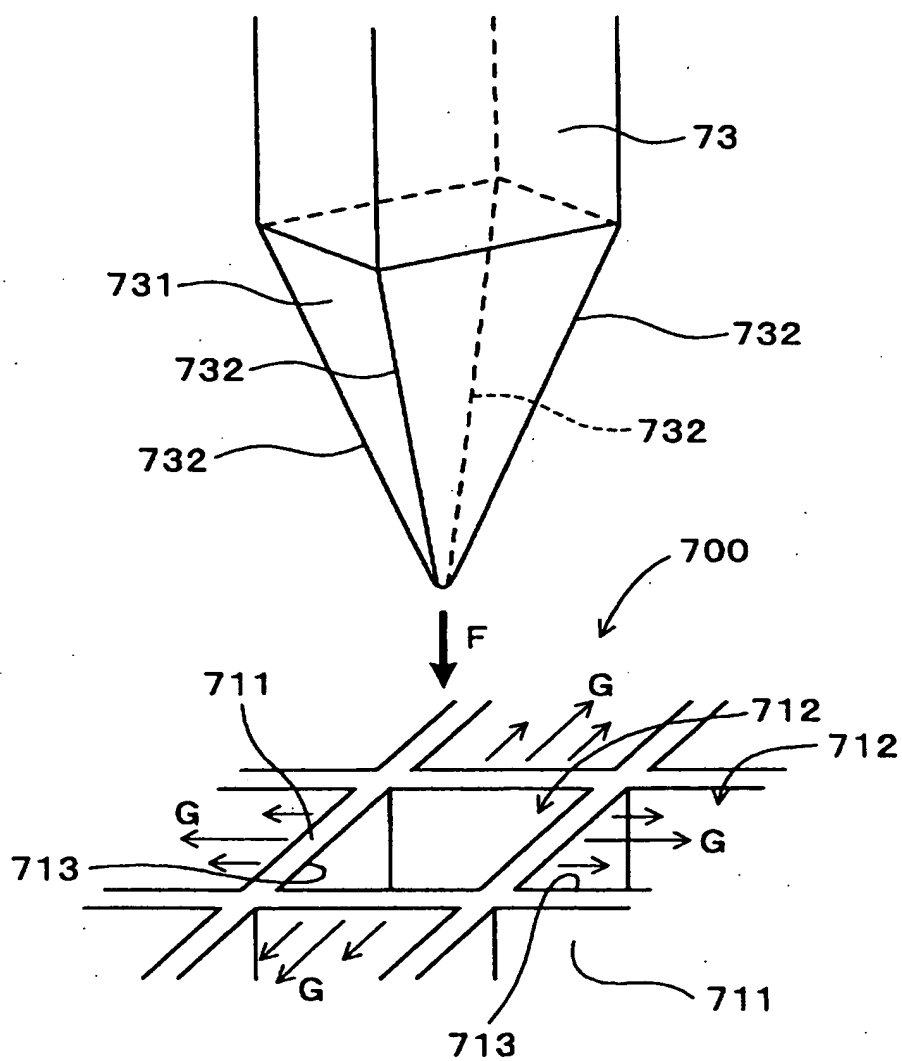
7/13

Fig.8



8/13

Fig.9



9/13

Fig.10

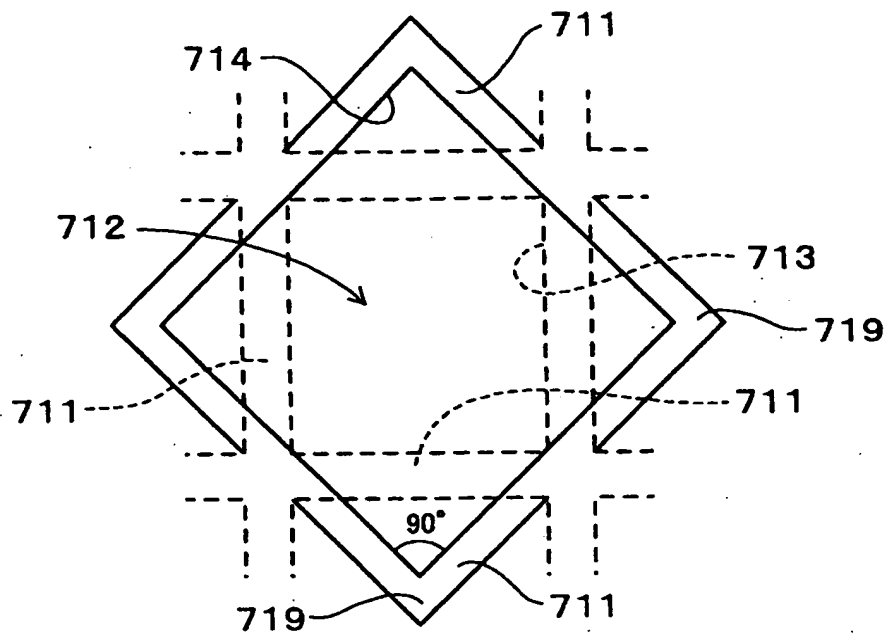
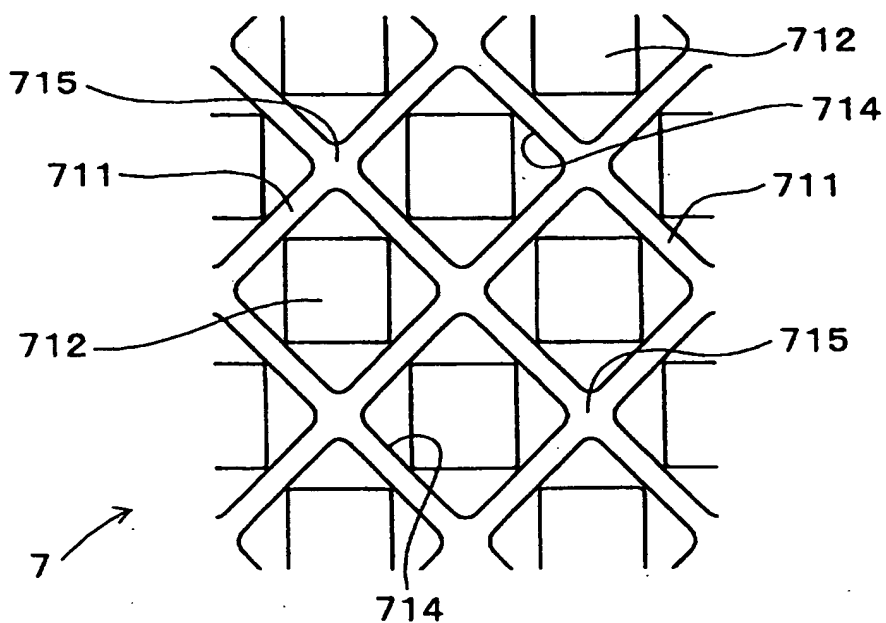
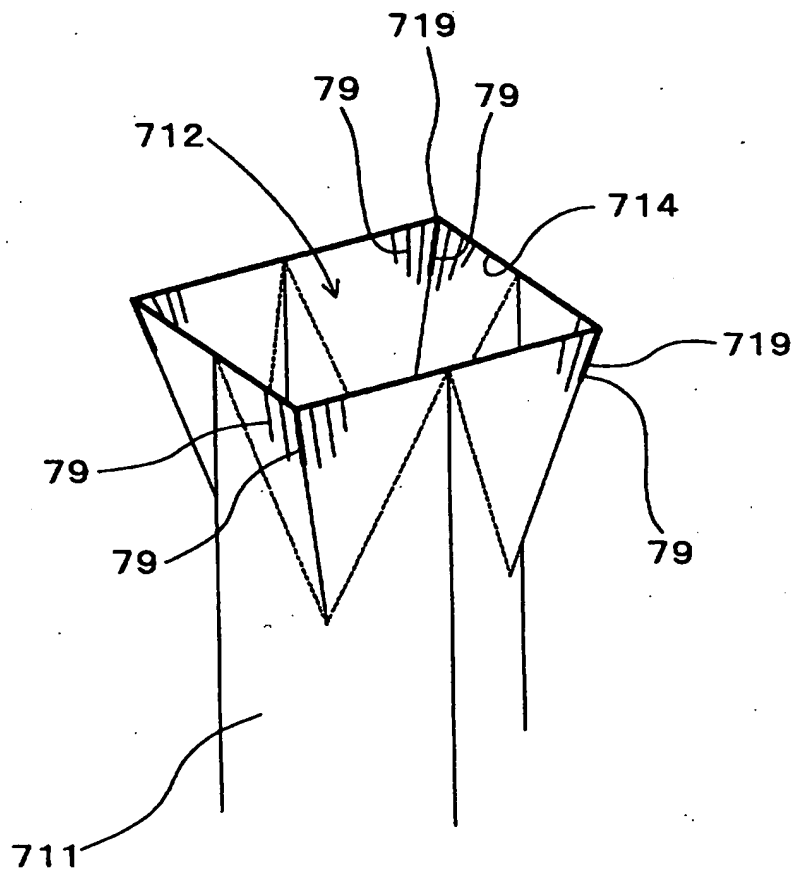


Fig.11



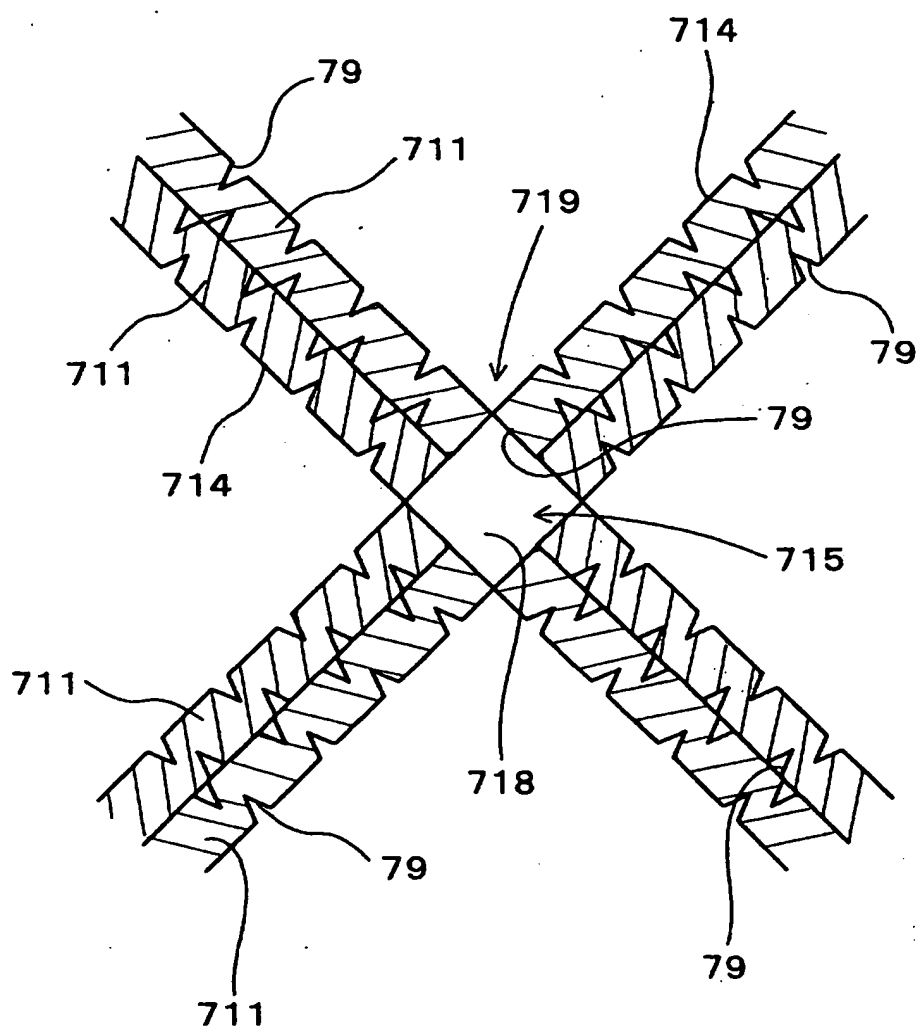
10/13

Fig.12



11/13

Fig.13



12/13

Fig.14

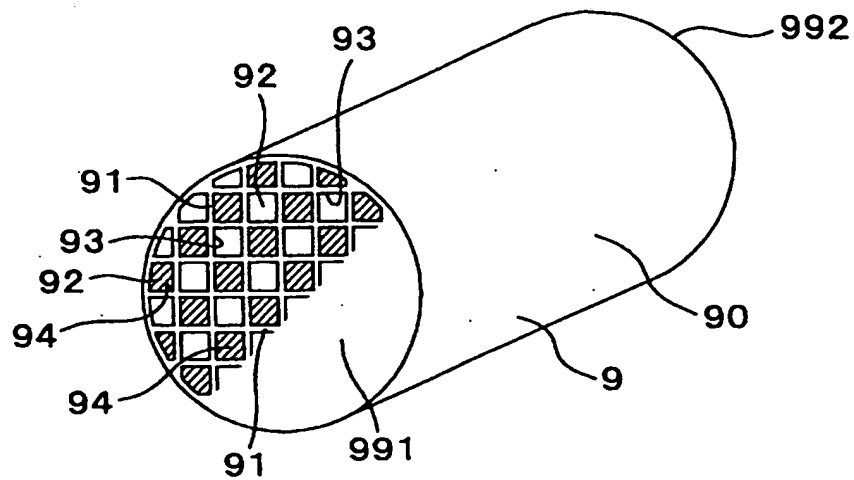
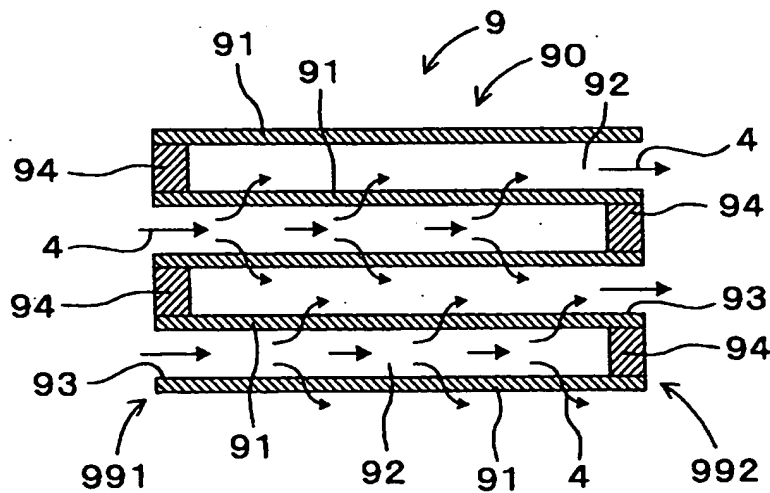


Fig.15



13/13

Fig.16

